

LAS FACIES DE TRANSICIÓN DEL BUNTSANDSTEIN AL MUSCHELKALK ENTRE CUEVAS DE AYLLÓN Y TERMANCIA (PROVINCIA DE SORIA) *

E. Aracil (**) y S. Hernando (***)

RESUMEN

En el presente trabajo se analizan, desde un punto de vista sedimentológico, unos materiales correspondientes a la Unidad T-2 definida por Hernando (1977a) y cuya edad no se puede precisar por falta de fósiles con valor cronoestratigráfico.

Primeramente se realiza un análisis de facies y posteriormente se agrupan en tres asociaciones de facies representativas: dos corresponden al Sector de Cuevas de Ayllón y la tercera al Vértice Corralejos. Finalmente, un estudio de estas secuencias permite a los autores atribuir estos depósitos como producto de la sedimentación en un complejo costero de llanura mareal-estuario.

Palabras clave: Llanura de marea, Estuario, Triásico, Soria.

ABSTRACT

Certain material corresponding to the transitional series between Buntsandstein and Muschelkalk facies have been analyzed in this work. This study is based on Unit T-2, described by Hernando (1977a). It has a non determined age because of a lack of fossils with chronostratigraphic value, though we can generalize that it corresponds to middle Triassic.

A facies analysis and its later grouping in three representative facies associations was realized: two of them correspond to Cuevas de Ayllón Sector and the third one to Vértice de Corralejos. The last studies of these sequences allowed us to define those materials as the result of a tidal flat-estuarine complex sedimentation.

Key words: Tidal Flat, Estuary, Triassic, Soria.

Aracil, E. y Hernando, S. (1989): Las facies de transición del Buntsandstein al Muschelkalk entre Cuevas de Ayllón y Termancia (Provincia de Soria). *Rev. Soc. Geol. España*, 1, (1-2), 89-96.

Aracil, E. y Hernando, S. (1988): Transitional facies between Buntsandstein and Muschelkalk from Cuevas de Ayllón to Termancia (Province of Soria, Spain). *Rev. Soc. Geol. España*, 1, (1-2), 89-96.

1. INTRODUCCIÓN

Tomando como referencia el Mapa Topográfico Nacional a escala 1/50.000, la región de estudio comprende parte de las hojas nº 404 (Ayllón) y nº 405 (Berranga de Duero) y está enclavada en su totalidad dentro de la Provincia de Soria (Fig. 1).

Geológicamente hablando se sitúa en la zona de confluencia de la Cordillera Ibérica con el Sistema Central. Los materiales estudiados corresponden a la transición de las facies Buntsandstein (que en su parte superior se trata de un conjunto arenoso rojo) a la facies Mus-

chelkalk (con un tramo basal local de areniscas ocreas y otro superior de margas, arcillas y limos con intercalaciones calcáreas). Se hallan dispuestos según una estrecha banda con dirección NW-SE. Estos materiales están poco afectados tectónicamente presentando un plegamiento muy suave: el buzamiento rara vez supera los 12°N.

Aunque «el terreno Triásico de nuestra Península está constituido por los mismos tres pisos que en el extranjero» (Calderón, 1874) la zona estudiada presenta unas variaciones respecto al Triás típicamente germánico. Esto es debido a la proximidad de nuestro área res-

(*) Este trabajo forma parte del Proyecto 452 de la C.A.I.C.Y.T.-C.S.I.C.

(**) Instituto de Geología Económica. C.S.I.C. Departamento de Estratigrafía. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid.

(***) Departamento de Estratigrafía. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid.

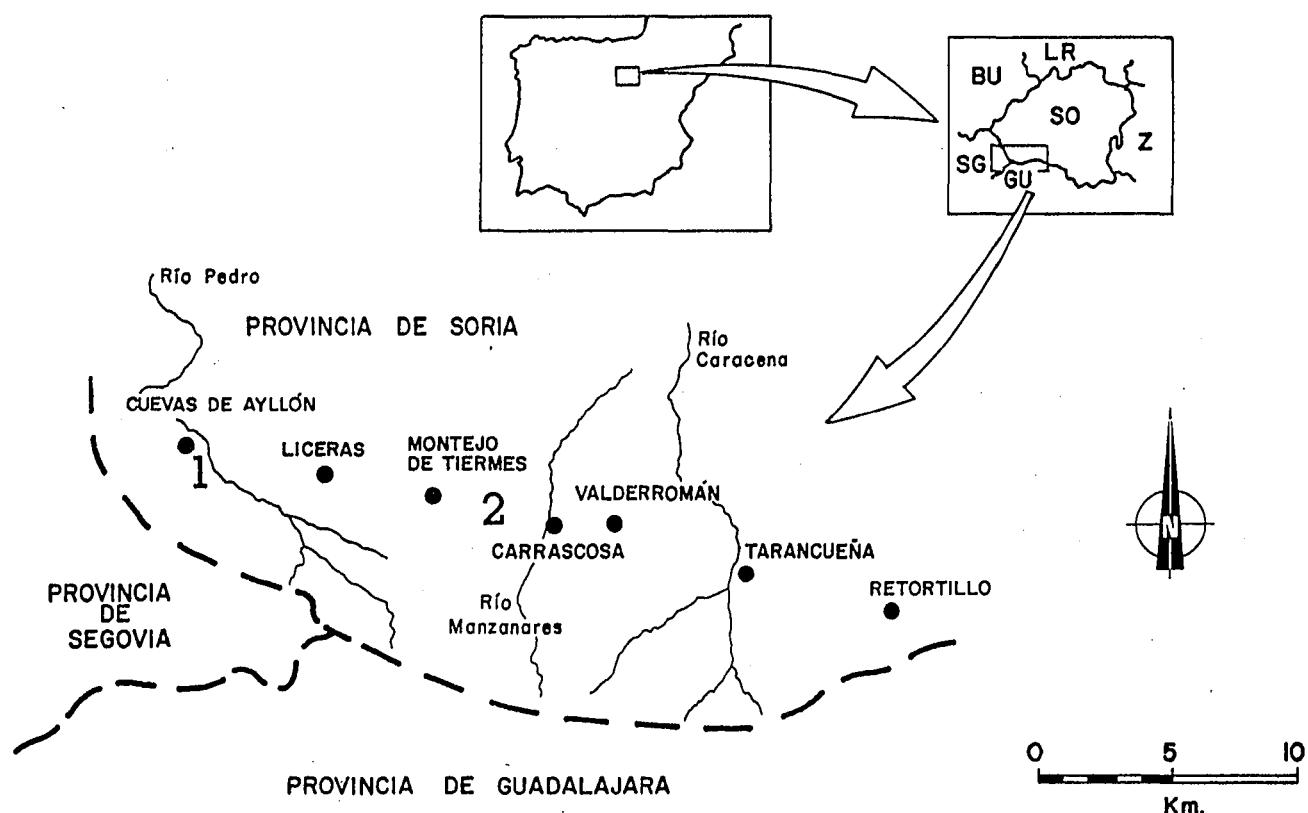


Fig. 1.—Situación geográfica del área de estudio y de las columnas: 1. Columna de Cuevas de Ayllón; 2. Columna del Vértice Corralejos.
Fig. 1.—Geographic position of studied area and stratigraphic logs: 1. Log of Cuevas de Ayllón; 2. Log of Vértice Corralejos.

pecto a la línea de costa lo que se traduce en facies de borde de cuenca, como ya apuntaban Sánchez de la Torre y Agueda Villar (1970), Hernando (1977a, 1977b, 1980) y Aracil (1986), y un espesor de los materiales menor respecto a otras zonas más o menos próximas.

Respecto a los materiales, siguiendo las ideas de Hernando (1977a, 1980), se han agrupado dentro de una unidad litoestratigráfica: Unidad T-2, «Lutitas de Cuevas de Ayllón». Es equivalente a las facies Röt. Se trata de una alternancia de lutitas versicolores y bancos de areniscas amarillentas y rojas de grano medio. El tránsito de la unidad inferior con ésta viene marcado por un aumento de la abundancia de lutitas. Sin embargo, la relación con la unidad suprayacente está señalada por la existencia de una superficie muy bioturbada y ferruginizada (Fig. 2).

Es de destacar el notable cambio lateral de facies que se puede observar en dirección NW-SE. Así, mientras en el sector occidental hay numerosas intercalaciones de areniscas dentro del conjunto arcilloso, en el sector oriental presenta unas areniscas de grano muy fino en un porcentaje menor al 5% del total de la serie lutítica.

2. ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO

2.1. Facies sedimentarias

Definiremos el concepto de facies de acuerdo con Selley (1970) como el conjunto de rocas sedimentarias

que puede ser separado de otros por su geometría, litología, estructuras sedimentarias, distribución de paleocorrientes y contenido paleontológico.

Según esto, y teniendo en cuenta que hay cinco parámetros en juego, aunque dos conjuntos de rocas sedimentarias posean uno de los parámetros iguales podrán combinar los otros cuatro. Esto va a dar múltiples combinaciones, lo que se traduce en muchas facies para dos tipos de materiales: areniscas y lutitas. La simbología empleada en este trabajo es una modificación de la de Miall (1977). Tomando en conjunto todos los materiales estudiados, estos se van a clasificar en tres grupos diferentes de facies.

2.1.1. Facies arenosas

Son casi exclusivas del sector de Cuevas de Ayllón. La composición fundamental es cuarzo, feldespato y mica. El tamaño de grano es medio por lo general. Se incluyen en este grupo las areniscas de grano muy fino, tamaño limo, así como las areniscas microconglomeráticas. Las estructuras sedimentarias reconocidas son variadas y se comentarán más adelante.

Las facies descritas son:

- SG = Areniscas microconglomeráticas.
- SB = Areniscas con bioturbación.
- SF = Areniscas con estratificación «flasher».
- SR = Areniscas con «ripples» de corriente.
- SRO = Areniscas con «ripples» de oscilación.
- SEC = Areniscas con estratificación cruzada.

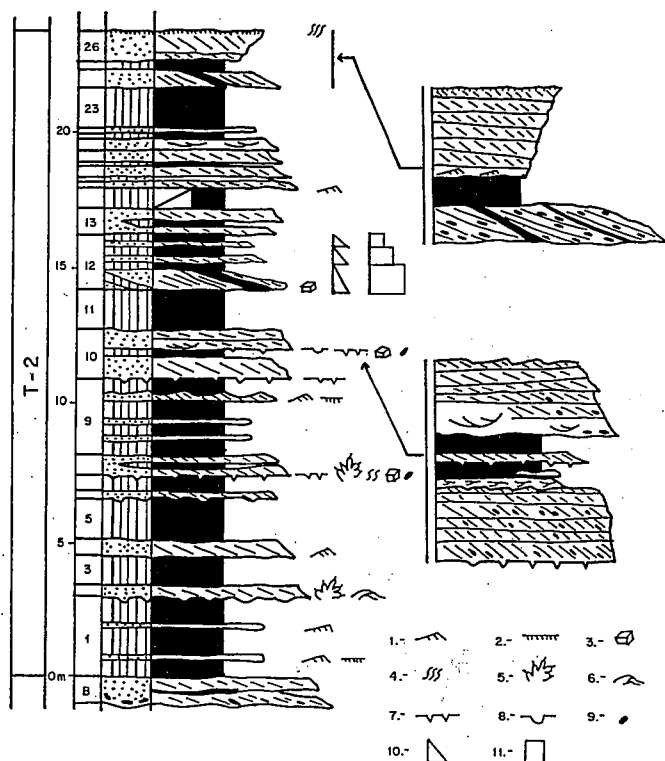


Fig. 2.—Columna de Cuevas de Ayllón. 1. «ripples»; 2. costra ferruginosa; 3. pseudomorfos de sal; 4. bioturbación; 5. huellas de vertebrados; 6. «ripples» de oscilación; 7. huellas de retracción; 8. huellas de carga; 9. cantos blandos; 10. grano-selección positiva; 11. secuencia estratodecreciente.

Fig. 2.—Log of Cuevas de Ayllón. 1. ripples; 2. ferruginous crust; 3. salt pseudomorphs; 4. bioturbation; 5. vertebrate prints; 6. oscillation ripples; 7. mud cracks; 8. load casts; 9. mudchips; 10. fining upwards sequence; 11. thinning upwards sequence.

2.1.2. Facies arcillosas

Son las más abundantes, sobre todo en la Columna del Vértice Corralejos. Predomina el color rojo, aunque también las hay verdes, moradas, pardas y negras. No se suelen apreciar estructuras sedimentarias, salvo laminación paralela.

Consta de las siguientes facies:

- L = Lutitas sin estructuras visibles.
- LL = Lutitas con estratificación «lenticular».
- LW = Lutitas con estratificación «wavy».
- LK = Lutitas con huellas de retracción.
- LS = Lutitas con pseudomorfos de sal.
- LB = Lutitas con bioturbación.

2.1.3. Otras facies

Dentro de este conjunto se incluyen las costras ferruginosas que afectan tanto a las areniscas como a las lutitas.

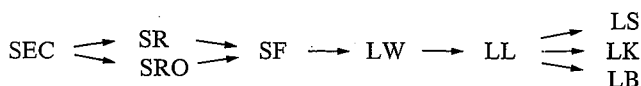
CF = Costra ferruginosa.

2.2. Asociaciones de facies

Tras el análisis de facies se proponen tres asociaciones de facies, correspondientes a Cuevas de Ayllón (R-I y R-II) y al Vértice Corralejos (R-III) (Fig. 3).

2.2.1. Asociación R-I

Consta de ocho facies que se distribuyen de base a techo de la siguiente manera:



Su potencia varía entre 1,2 y 2 m. Las variaciones más notables que presenta son la falta de las facies terminales (LK, LS, LB) o en el escaso desarrollo, o falta algunas veces, de los términos inferiores arenosos y otras veces de las facies lutíticas.

Se trata de una secuencia granodecreciente con clara disminución de la energía a techo. A continuación se analizan las facies una por una para mayor claridad.

2.2.1.1. Areniscas con estratificación cruzada

Estos cuerpos arenosos pueden presentar en su base niveles microconglomeráticos. Son de dos tipos: cuerpos de base cóncava-erosiva y techo plano, y cuerpos de base plana y techo convexo.

Respecto a los primeros, tienen una forma claramente canalizada y sus características (Puig-de-fàbregas y Van Vliet, 1978) apuntan a una sinuosidad alta. Este rasgo viene condicionado por la existencia de estratificación cruzada «epsilon», que se produce por la acreción lateral en una superficie inclinada.

En cuanto al segundo tipo de cuerpos arenosos, su morfología los hace corresponder a depósitos de barra pudiéndose apreciar la superposición de las mismas debido al avance de unas sobre otras. Es de destacar en determinados puntos la existencia, sobre estas barras, de «megaripples» de cresta recta o de tipo 1 (Dalrymple *et al.*, 1978) sobre los cuales, en el «lee-side», hay asociados trenes de «ripples» de cresta recta y dirección perpendicular a la del «megaripple».

2.2.1.2. Areniscas con estratificación cruzada de ripples

Son areniscas de grano medio-fino situadas sobre la facies antes citada que presentan estratificación cruzada a pequeña escala debido a la migración, bajo corrientes tractivas, de «ripples» de cresta recta y linguoides, cuando la corriente es más fuerte (Reineck y Singh, 1975), y de oscilación, producidos por la acción del oleaje.

2.2.1.3. Areniscas con «flaser» y «wavy» y lutitas con «lenticular»

Se han agrupado estas tres facies debido a que se trata de facies mixtas y su ambiente sedimentario es el mismo.

Las areniscas con estratificación «flaser» se deben a una alternancia de momentos activos, con sedimentación de arenas con estratificación cruzada de «ripples» bajo corrientes tractivas (más abundantes) y momentos tranquilos con decantación de finos (menos frecuentes).

sido entre las localidades de Montejo de Tiermes y Carascosa de Arriba (Columna del Vértice Corralejos — Aracil, 1986—).

La asociación consta de dos facies:

L → S → L

Presenta un carácter secuencial, repitiéndose a lo largo de toda la columna. El espesor de la misma varía entre 40 y 70 cm.

2.2.3.1. Areniscas

Son blancas, de grano fino y ricas en micas de gran tamaño. En determinadas ocasiones se aprecia estratificación cruzada de ripples y escamas lutíticas entre las areniscas (estratificación «flaser»). Otras veces, la única estructura que se ve es laminación paralela.

Estos niveles de areniscas tienen un espesor máximo de 3 cm y se encuentran intercalados dentro de las lutitas.

2.2.3.2. Lutitas

Representan un 95% del total de la secuencia. Por lo general son de color rojo y verde aunque con frecuencia hay pasadas de color negro, ricas en materia orgánica.

Tanto las areniscas como las lutitas contienen localmente restos de vegetales indeterminables, así como pistas de reptación de gusanos y bioturbación.

3. INTERPRETACIÓN AMBIENTAL

La Unidad «Lutitas de Cuevas de Ayllón» en conjunto representa un medio de transición con influencia mareal clara, lo cual vendría probado por los siguientes aspectos: abundancia de pseudomorfos de sal, repetidos en diferentes niveles a lo largo de la serie; niveles de areniscas con ripples de oscilación, producidos por acción del oleaje; interpretación de asociaciones de facies típicas de llanura de marea y, por último, similitud en mayor o menor grado con las facies y secuencias de zonas próximas que han sido interpretadas como depósitos de medios de transición (Sopeña, 1979; Ramos, 1979; García Gil, 1984; García Royo, 1985; Pérez Arlucea, 1986).

A continuación se interpretan las secuencias separadamente según las zonas:

3.1. Cuevas de Ayllón

3.1.1. Asociación R-I

Las facies inferior de esta secuencia, como ya se ha señalado anteriormente, se presenta con dos variantes. Ambas se interpretan como producidas en el mismo medio sedimentario, aunque en distinto subambiente.

Las areniscas con estratificación cruzada y morfología de barras, que incluso se aprecian superpuestas unas

a otras, son similares a las desarrolladas actualmente a la zona intermareal de una llanura de marea.

Estas barras y «megaripples» evolucionan en las zonas de la llanura mareal situadas entre los canales mareales, en momentos en que la energía de la marea es mayor, que puede ser en el flujo o en el reflujo, según los casos. En las etapas contrarias, es decir, en las de menor energía, el agua se canaliza por los senos de los «megaripples» (Sopeña, 1983; Knight y Dalrymple, 1975) y dan lugar a esos trenes de «ripples» asociados al «leeside» de las formas mayores (Fig. 4).

Respecto a las areniscas con morfología canalizada, reflejarían la sedimentación en canales de alta sinuosidad desarrollados en un ambiente costero (Reineck y Singh, 1975) y, en nuestro caso concretamente, en una llanura de marea (Aracil, 1986).

Siguiendo hacia techo en la secuencia se nos presentan las areniscas con ripples, que serían formas menores asociadas al techo de las barras o en la parte alta del relleno del canal. En ambos casos se produciría bajo una lámina somera de agua.

La sucesión vertical de las tres facies mixtas: areniscas con «flaser», lutitas con «wavy» y con «lenticular», se desarrollaría en la llanura mareal media, de carácter mixto (Klein, 1975):

— En la parte baja, en contacto con la zona intermareal arenosa, la sedimentación de arenas por corrientes tractivas se interrumpiría en ocasiones por momentos de tranquilidad, decantándose material fino que quedaría a modo de escamas en los senos de los «ripples» (estratificación «flaser»).

— En la parte alta, próxima a la zona fangosa o llanura mareal alta, sucedería lo contrario: el predominio de etapas tranquilas con sedimentación arcillosa no es obstáculo para que la marea alta permita llegar corrientes capaces de erosionar parcialmente los finos y sedimentar arenas con laminación de «ripples», dando la estratificación «lenticular».

— Entre ambas zonas, con una alternancia de lutitas y de areniscas con «ripples», se da la estratificación «wavy».

Las facies superiores LK y LS permiten reconstruir un ambiente con cierta aridez donde la evaporación deja sus improntas.

En el caso de las huellas de retracción, la duración de los períodos de evaporación así como su intensidad podrían venir reflejados por el diferente desarrollo, dentro de materiales con igual textura, de las grietas (la profundidad de éstas varía de 0,5 a más de 2 cm).

La otra señal de la aridez del clima son los pseudomorfos de sal. La alta concentración del ClNa favorecida por la alta tasa de evaporación explicaría la presencia repetitiva de niveles con estos moldes de cristales de halita a lo largo de la serie.

Según Ramos (1979), siguiendo a Miller, en la interpretación de la Formación «Limos y areniscas abigarradas de Torete», propone que los pseudomorfos de sal podrían darse en depresiones («salt-pans») de unos 100 m de diámetro y menos de 5 m de profundidad por evaporación de las aguas en un clima árido-semiárido.



Fig. 4.—Tramo 10 de Cuevas de Ayllón. Se puede apreciar: 1. barra arenosa; 2. «megaripple» de cresta recta; 3. trenes de «ripples» de cresta recta.
 Fig. 4.—Bed level 10 of Cuevas de Ayllón. We can see: 1. sandstone bar; 2. straight crested megaripple; 3. straight crested ripples.

Phleger (1969) en comparación con medios actuales ajusta más la posición de estas salmueras proponiendo que deben estar situadas por encima del alcance de las mareas de primavera. Cuando la zona está bajo la influencia de vientos constantes y éstos coinciden con alguna de estas mareas le «ayudarían» a alcanzar la salmuera e inundarla. La llegada de aguas de forma tan esporádica facilitaría la evaporación en la depresión salina.

Resumiendo, esta secuencia se desarrolla desde la parte baja de una llanura mareal (llanura arenosa) a la llanura supramareal pasando por los demás términos de la llanura intermareal: mixta y fangosa. Según esto y siguiendo a Klein (1975), podríamos estimar la amplitud de la paleomarea ya que ésta sería equivalente a la potencia de la secuencia. Como su espesor varía desde 1,5 hasta 2 m (y teniendo en cuenta el acortamiento por compactación) el rango de la paleomarea sería, por tanto, entre micro y mesomareal.

3.1.2. Asociación R-II

Se estima como debida a la sedimentación también en un ambiente de llanura mareal pero con carácter transgresivo.

Los momentos de no sedimentación a techo vienen reflejados por la presencia de costras ferruginosas. Sin

embargo las facies que son similares en estas dos secuencias tienen en ambas la misma génesis.

3.2. Vértice Corralejos

3.2.1. Asociación R-III

Si bien la falta de estructuras características y de fósiles dificultan la interpretación del ambiente deposicional de este sector, pensamos que se trata de la sedimentación en un estuario, próximo a la llanura mareal que se supone estaba desarrollada en el Sector de Cuevas de Ayllón.

Se podría precisar más dentro del estuario y situar esta secuencia en la llanura fangosa, que se encuentra en las partes más internas del mismo. En esta zona es frecuente la bioturbación y las huellas de reptación de gusanos.

Las pasadas de lutitas negras reflejarían los niveles de acumulación de materia orgánica procedentes de estos organismos y de los vegetales de las posibles marismas asociadas.

Corrientes tractivas de pequeña importancia o derrames de pequeños canales asociados (las malas condiciones de afloramiento impiden determinarlo con exactitud) dejarían las intercalaciones areniscas entre las lutitas.

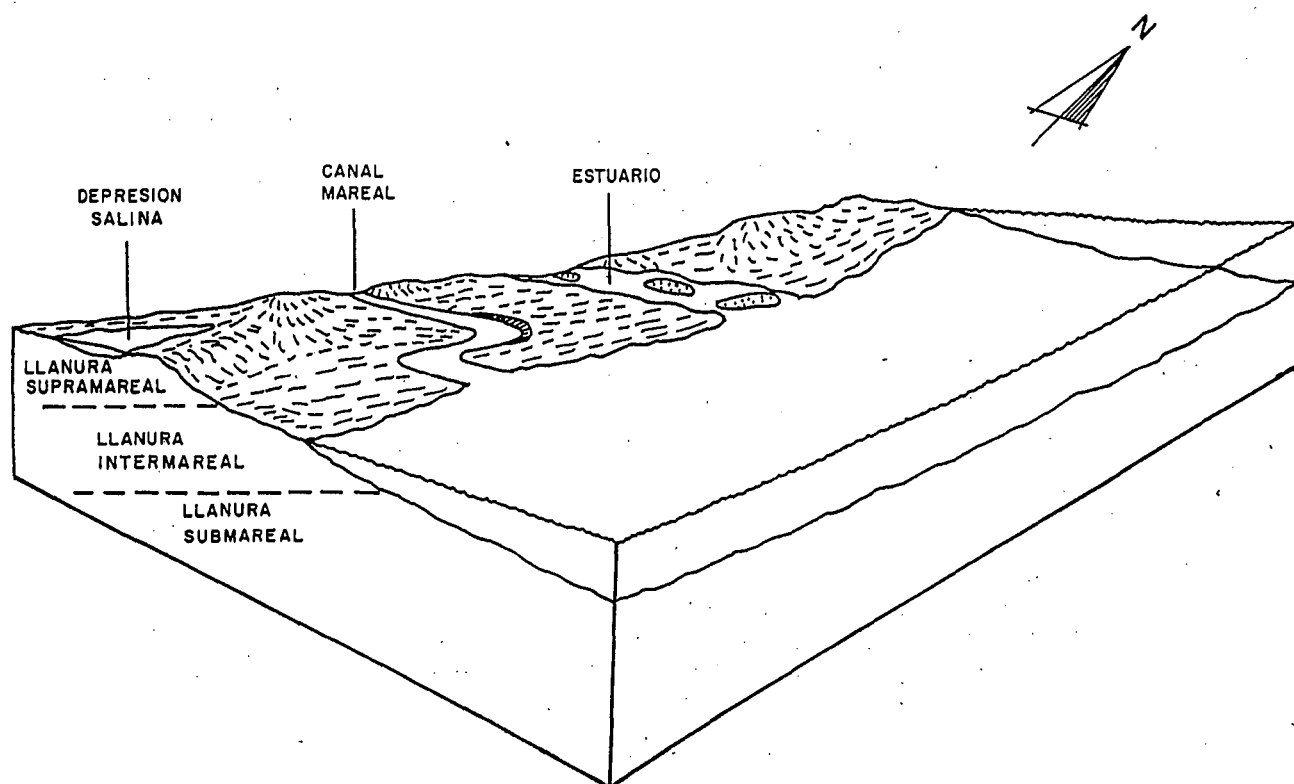


Fig. 5.—Ambiente sedimentario interpretado para la Unidad T-2.

Fig. 5.—Depositional sedimentary environment interpreted for Unit T-2.

4. CONCLUSIONES

Con un análisis de facies detallado se determinan tres asociaciones de facies representativas de los materiales correspondientes a la Unidad T-2.

No se puede hablar de una variación de la línea de costa a lo largo de la columna porque, a falta de datos concretos que pudieran mostrar lo contrario, los existentes son semejantes a lo largo de toda la columna.

Para este período del Triásico en esta zona se establece un medio sedimentario de transición que podría ser un complejo llanura de marea-estuario (Fig. 5).

BIBLIOGRAFÍA

- Aracil, E. (1986): *Estratigrafía y sedimentología del Muschelkalk y Keuper entre Cuevas de Ayllón y Retortillo de Soria (Prov. de Soria)*. Tesis de Licenciatura. Univ. Compl. Madrid. (Inédito).
- Calderón, S. (1874): Reseña geológica de la provincia de Guadalajara. *Rev. Univ. Madrid*, 34-43.
- Dalrymple, R.W., Knight, R.J. y Lambiase, J.J. (1978): Bedforms and their hydraulic stability relationships in a tidal environment, Bay of Fundy, Canada. *Nature*, 275, 100-104.
- Demathieu, G., Ramos, A. y Sopeña, A. (1978): Fauna icnológica del Triásico del extremo noroccidental de la Cordillera Ibérica (Prov. de Guadalajara). *Estudios geol.*, 34, 175-186.
- García Gil, S. (1984): *Estratigrafía y sedimentología del Triásico en el sector Medinaceli-Somaén (Prov. de Guadalajara)*. Tesis de Licenciatura. Univ. Compl. Madrid.
- Hernando, S. (1977a): *Pérmico y Triásico de la región Ayllón-Atienza (provs. de Segovia, Soria y Guadalajara)*. Tesis Doctoral. Univ. Compl. Madrid. 408 p.
- Hernando, S. (1977b): Aspectos paleogeográficos del Keuper en el borde SW de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. *Cuad. Geol. Ibérica*, 4, 385-398.
- Hernando, S. (1980): Mapa geológico del Pérmico y Triásico de la región Ayllón-Atienza. *Cuad. Geol. Ibérica*, 6, 21-54.
- Klein, G. de V. (1975): Sandstone depositional models for exploration for fossil fuels. *Cont. Educ. Pub. Co. Inc.*, 110 p.
- Knight, R.J. y Dalrymple, R.W. (1975): Intertidal sediments from the south shore of Cobequid Bay, Bay of Fundy, Nova Scotia, Canada. In: *Tidal deposits*. (Ginsburg, R.N., Ed.). 47-55. Springer, N. York.
- Miall, A.D. (1977): A review of the braided river depositional environment. *Earth Sci. Rev.* 13, 1-62.
- Pérez Arlucea, M. (in litt.): *Estratigrafía y sedimentología del Pérmico y Triásico en el Sector Molina de Aragón-Albarracín (provs. de Guadalajara y Teruel)*. *Sem. Estrat. Ser. Monogr.* Univ. Compl. Madrid.
- Phleger, F.B. (1969): A modern evaporite deposit in Mexico. *Amer. Assoc. Petr. Geol. Bull.*, 53, 4, 824-829.
- Puigdefábregas, C. y van Vliet, A. (1978): Meandering stream deposits from the Tertiary of the Southern Pyrenees. In: *Fluvial Sedimentology*. (Miall, A.D., Ed.). *Mem., Can. Soc. Petrol. Geol.*, 5, 469-485.

- Ramos, A. (1979): Estratigrafía y sedimentología del Pérmico y Triásico al W de Molina de Aragón. *Sem. Estrat. Serie Monografías*, 6. Univ. Compl. Madrid. 313 págs.
- Reineck, H.E. y Singh, I.B. (1975): *Depositional sedimentary environments*. Springer, Berlín.
- Sánchez de la Torre, L. y Águeda Villar, J.A. (1970): Paleogeografía del Triásico del Sector Occidental de la Cordillera Ibérica. *Estudios geol.*, 26, 423-430.
- Selley, R.C. (1970): *Ancient sedimentary environments*. Chapman & all Ltd., Londres, 273 págs.
- Sopeña, A. (1979): Estratigrafía del Pérmico y Triásico de la provincia de Guadalajara. *Sem. Estrat. Ser. Monogr.*, 5, Univ. Compl. Madrid. 329 págs.
- Sopeña, A. (1983): Procesos y estructuras sedimentarias. *I Curso para postgraduados*, t. I. Madrid.

Recibido el 21 de mayo de 1987

Aceptado el 8 de julio de 1987